

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 23398

(54) Montage d'alimentation variable pour lampes à décharge haute-pressure.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 05 B 41/40; H 01 J 61/82.

(22) Date de dépôt..... 20 septembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

(71) Déposant : NICOLAS Jean-Pierre, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Pierre Nicolas.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Paillet, Martin et Schrimpf,
26, av. Kléber, 75116 Paris.

L'invention concerne l'éclairage à l'aide de lampes à décharge haute pression, telles que des lampes à vapeur de sodium ou de mercure.

5 Montée sur une platine, chaque lampe est associée en série à une inductance dite ballast, tandis qu'en parallèle sur l'ensemble lampe-ballast est monté un condensateur qui améliore le facteur de puissance.

10 Normalement, les platines sont alimentées directement par la tension réseau. Cependant, dans le but d'économiser l'énergie, il est devenu souhaitable que l'éclairage puisse être modulé selon les besoins.

On sait le faire en prévoyant une ou plusieurs inductances commutables placées en série avec chaque lampe et son ballast, en aval des deux bornes du condensateur. Mais il faut alors autant de jeux d'inductances commutables qu'il y a de platines de lampes, avec en plus, une liaison de télécommande allant vers chaque platine pour y régir l'état de commutation de la ou des inductances. Le résultat est manifestement complexe et onéreux.

20 Pour améliorer la situation, l'invention propose un montage d'alimentation de lampes qui peut être inséré en amont des platines de lampes et de leurs condensateurs, sans pour autant produire, lorsqu'on met l'inductance commutable en série, le phénomène de décrochage ou extinction de la lampe connu de l'homme de l'art.

30 Quand elle fonctionne, la lampe doit se réamorcer à chaque demi-période, et recevoir à cet effet une tension d'alimentation supérieure à sa tension d'arc. Or, lorsqu'on alimente une platine de lampe à travers une inductance progressivement croissante, l'extinction de la lampe se produit lorsque l'inductance dépasse une valeur donnée.

35 Renvoyée en aval du condensateur d'une platine, l'inductance mise en série n'empêche la lampe

de fonctionner que pour une valeur bien supérieure.

Selon l'invention, de façon surprenante, il a été observé que l'on peut mettre en série une inductance sur l'ensemble de platine, en amont du condensateur, et ce sans éteindre la lampe, pourvu que cette inductance soit choisie sur des valeurs bien particulières.

Travaillant sur une fréquence réseau de 50 Hz et la capacité en série étant C, exprimée en micro-Farads, l'inductance commutable, exprimée en Henrys, est de valeur comprise entre environ 2,5 et 6 fois l'inverse de la capacité C. De la sorte, on évite l'effet d'extinction de l'éclairage à la mise en série de l'inductance, lors du fonctionnement à pleine puissance. Si la valeur de la fréquence réseau est différente de 50 Hz, la fourchette indiquée plus haut est naturellement modifiée en conséquence (l'impédance d'une inductance s'écrit $L\omega$, avec $\omega = 2\pi F$, où F est la fréquence réseau).

Un mode de réalisation préférentiel de l'invention fait intervenir deux, ou mieux trois, inductances commutables suivant une séquence prédéterminée, avec entre chacune un retard qui est de l'ordre de 2 minutes. A 15 % près environ, les valeurs de ces inductances respectent la relation :

$$\frac{L_1}{3} = \frac{L_2}{4} = \frac{L_3}{6}$$

On peut ainsi réduire la puissance consommée jusqu'à 50 % de la valeur maximale dans le cas difficile d'une lampe à vapeur de sodium. Bien entendu, en prenant plus ou moins d'inductances, on peut réduire la puissance plus ou moins, suivant le type de lampe.

Les valeurs de L_2 et L_3 qui résultent de la relation donnée plus haut, sont relatives à l'application d'éclairage, dans le cas où l'on désire passer le

plus rapidement possible de la puissance maximale à la puissance minimale. Dans certains cas, on pourra prendre des valeurs plus faibles de L_2 et L_3 ou d'autres inductances additionnelles.

5 Vectoriellement, la tension aux bornes de la première inductance commutable L_1 se compose avec elle aux bornes de la lampe et du ballast pour que la résultante soit égale à la tension secteur. Etant observé que les phénomènes intervenant ne sont pas encore
10 entièrement expliqués, il semble qu'au moins la limite inférieure de la valeur de L_1 tienne à des effets dus à l'harmonique 3 de la fréquence secteur.

 Pour une lampe à vapeur de sodium, l'inductance L_1 est de préférence comprise entre 3,6/C et
15 4,8/C environ.

 Pour une lampe du type au mercure, l'inductance est avantageusement comprise entre 3/C et 4/C.

 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, faite en référence aux
20 dessins annexés, donnés pour illustrer à titre non limitatif différents modes de réalisation de l'invention, sur lesquels :

 . Les Figures 1 et 2 illustrent deux exemples de platines d'éclairage, équipées respectivement d'une
25 lampe à vapeur de sodium et d'une lampe à vapeur de mercure.

 . La Figure 3 illustre le schéma électrique d'une premier mode de réalisation de l'invention ;

30 . La Figure 4 est un graphique illustrant différentes formes de signal prises sur le circuit de la Figure 3 ; et

 . La Figure 5 illustre un autre mode de réalisation de l'invention, dans le cadre d'une
35 disposition triphasée.

 Sur les Figures 1 et 2, les lignes de phase

et de neutre du réseau secteur sont désignées respectivement par les symboles Ph et N. Chaque platine de lampe comporte en série une lampe proprement dite H, associée classiquement à une inductance formant ballast, désignée par la référence B. En parallèle, sur l'ensemble lampe-ballast est monté un condensateur C, destiné à améliorer le facteur de puissance. On voit que la constitution des platines est généralement la même dans les deux cas des Figures 1 et 2. On remarquera simplement qu'une lampe à vapeur de sodium suppose un dispositif d'allumage particulier A, qui ne charge pas profondément le fonctionnement général.

Sur la Figure 3, plusieurs platines telles que Pl_1 et Pl_2 sont branchées en parallèle. L'une des bornes de cet ensemble parallèle est reliée directement au conducteur de neutre N du réseau. L'autre borne est reliée à l'ensemble série de trois inductances L_1 , L_2 et L_3 , qui aboutissent par ailleurs au conducteur de phase du réseau. Un interrupteur S_3 est prévu en parallèle sur l'inductance L_3 ; un interrupteur S_2 est prévu en parallèle sur les inductances L_2 et L_3 ; enfin, un interrupteur S_1 est prévu en parallèle sur l'ensemble des inductances L_1 à L_3 . Lorsque l'ensemble des inductances L_1 à L_3 est court-circuité (contact S_1 fermé), les platines telles que Pl_1 et Pl_2 se trouvent branchées directement entre les conducteurs de phase et de neutre, et fonctionnent donc à pleine puissance. Pour des raisons qu'on comprendra ci-après, dans cet état, les interrupteurs S_2 et S_3 sont également fermés.

Partant de la pleine puissance, si l'on ouvre l'interrupteur S_1 , l'inductance L_1 vient maintenant se placer en série entre le conducteur de phase et les différentes platines. Jusqu'à présent, on a considéré qu'en mettant ainsi en série une inductance L_1 sur l'ensemble des platines, on ne peut arriver

à réduire la puissance de manière satisfaisante. Effectivement, si l'on utilise un dispositif expérimental comprenant par exemple une inductance variable placée entre le conducteur de phase et une platine de
5 lampe au sodium, et que partant de la pleine puissance on augmente progressivement l'inductance, on observe d'abord une augmentation de l'intensité lumineuse de la lampe, suivie très rapidement de l'extinction de celle-ci.

10 La présente invention part de l'observation que si l'on prend une inductance L_1 de valeur bien choisie, dans des limites préétablies, il devient possible, contre toute attente, d'éviter ce phénomène d'extinction de la lampe. Les phénomènes qui entrent
15 en jeu ne sont pas encore totalement élucidés, mais il semble bien que les phénomènes ci-dessus soient produits par une résonnance sur l'harmonique 3 de la fréquence secteur entre l'inductance L_1 et la capacité série due aux condensateurs qui sont en parallèle dans
20 chaque platine de lampe. Une inductance L_1 de valeur suffisamment grande permet de sauter ce phénomène de résonnance dû à l'harmonique 3.

Une autre limitation intervient. Lorsqu'on met en série une inductance L_1 dans un circuit d'alimenta-
25 tion d'une lampe du type considéré, la tension d'arc de cette lampe tend initialement à se maintenir à sa valeur antérieure, alors que la tension de l'alimentation de la lampe est affaiblie du fait de la présence de l'inductance L_1 . On conçoit que si la valeur de
30 l'inductance L_1 est trop forte, cette tension d'alimentation devient alors insuffisante pour amorcer la lampe, et lui permettre de continuer son fonctionnement. Cet autre phénomène perturbateur est lui aussi très gênant, car la tension d'arc d'une lampe dépend
35 de différents paramètres, dont le vieillissement de la lampe.

En supposant que la fréquence de réseau est de 50 Hz, et que la capacité se trouvant en série sur l'inductance est C en microFarads, l'inductance L_1 , exprimée en Henrys, est de valeur comprise entre environ 2,5 et 6 fois l'inverse de la capacité C en microFarads. En choisissant ainsi l'inductance L_1 , on évite les effets d'extinction de l'éclairage qui ont été décrits ci-dessus.

On notera que la fourchette des valeurs de L_1 est en fait assez étroite ; pour une capacité de 1000 microFarads (puissance 10 kVA environ), L_1 varie entre environ 2,5 et environ 6 milliHenrys.

Après avoir choisi la valeur de l'inductance L_1 , on peut choisir comme on veut les valeurs des inductances L_2 et L_3 , pourvu toutefois qu'elles demeurent suffisamment faibles pour éviter l'extinction de la lampe en raison du maintien de la tension d'arc à sa valeur précédente chaque fois qu'on met en série une nouvelle inductance. Cependant, l'invention vise également à atteindre le plus rapidement possible une diminution importante de l'éclairage, de l'ordre de 50 %. A cet effet, on commut séquentiellement les inductances L_2 et L_3 après l'inductance L_1 , en observant à chaque fois un retard prédéterminé. Ce retard prédéterminé est avantageusement choisi de l'ordre de 2 minutes pour une lampe au sodium de 250 watts. Et, à 15 % près environ, les valeurs des inductances commutables L_1 à L_3 doivent respecter la relation suivante :

$$\frac{L_1}{3} = \frac{L_2}{4} = \frac{L_3}{6}$$

Bien entendu, en n'utilisant pas l'inductance L_3 et son contact S_3 associé, on réduira moins la puissance consommée, jusqu'à 30 à 35 % par exemple. Inversement, en utilisant une autre inductance L_4 ,

on pourra réduire davantage la puissance fournie aux lampes.

La Figure 4 illustre sous forme d'un diagramme le phénomène qui vient d'être décrit. La courbe en trait pointillé court illustre en fonction du temps les variations de la tension alternative à 50 Hertz du réseau, qui est la tension maximale que l'on peut appliquer aux lampes lorsqu'elles fonctionnent en pleine puissance. (Courbe 10). La courbe notée 20 illustre la tension aux bornes d'une lampe. On notera que son front de montée définit la tension d'arc de la lampe. Cette tension d'arc prend une valeur maximale au moment de l'amorçage, pour diminuer un peu ensuite, tant que la lampe reste amorcée, et redescendre à la valeur zéro lorsque la tension d'alimentation redevient inférieure à la tension d'arc. Et la courbe en trait tireté long représente le courant consommé par la lampe. (Courbe 30).

La courbe en trait plein 11 représente une tension alternative réduite appliquée au ballast. La courbe 21 désigne la tension aux bornes de la lampe en présence de cette alimentation sous tension réduite, et la courbe en trait d'axe 31 représente le courant consommé par la lampe dans cette situation de puissance réduite.

La Figure 5 illustre une variante de réalisation de l'invention, qui se place cette fois dans le cadre d'une alimentation triphasée, dont les trois phases sont désignées respectivement par Ph_1 , Ph_2 et Ph_3 , le neutre demeurant désigné par N. Un contacteur général CG permet de mettre en service les trois phases, à l'aide d'un contact série placé sur chacune d'entre elles, ainsi que le neutre. La ligne de phase Ph_1 , après le contact général, comporte en série les inductances L_{11} , L_{12} et L_{13} , et sur chacune de celles-

ci se trouvent en parallèle les contacts S_{11} , S_{12} et S_{13} respectivement. Il en est de même pour la phase Ph_2 avec les inductances L_{21} , L_{22} et L_{23} et les contacts S_{21} , S_{22} et S_{23} . A son tour, la phase Ph_3 comporte en série les inductances L_{31} , L_{32} et L_{33} avec en parallèle sur elles les contacts S_{31} , S_{32} et S_{33} respectivement.

Les différentes phases alimentent le même nombre de platines d'éclairage, telles que Pl_{11} et Pl_{12} pour la phase 1, Pl_{21} et Pl_{22} pour la phase 2 et Pl_{31} et Pl_{32} pour la phase 3.

Un relais R_1 peut fermer ou ouvrir simultanément les interrupteurs S_{11} , S_{21} et S_{31} ; de même un relais R_2 peut ouvrir ou fermer simultanément les interrupteurs S_{12} , S_{22} et S_{32} ; enfin, un relais R_3 peut fermer ou ouvrir simultanément les interrupteurs S_{13} , S_{23} et S_{33} . Les relais R_1 , R_2 et R_3 sont sous la commande d'un circuit programmeur de commande d'éclairement PCE, qui est alimenté par exemple entre la phase 3 et le neutre.

Comme précédemment, lors du fonctionnement à pleine puissance, toutes les inductances sont court-circuitées, l'ensemble des interrupteurs étant nécessairement fermé par les relais R_1 , R_2 et R_3 . Pour passer à la puissance réduite, on ouvre tout d'abord les interrupteurs S_{11} , S_{21} et S_{31} ; et les inductances L_{11} , L_{21} et L_{31} doivent satisfaire les relations précitées, telles que définies pour l'inductance L_1 , en considérant la capacité associée à chaque phase. Ensuite, au bout d'un certain temps, défini comme précédemment on ouvre les contacts S_{12} , S_{22} et S_{32} ; après un nouveau temps d'attente, on ouvre enfin les contacts S_{13} , S_{23} et S_{33} .

Inversement, pour le retour de la puissance réduite de la pleine puissance, on peut ouvrir

simultanément tous les interrupteurs.

Le circuit de commande PCE peut être aisément réalisé à l'aide d'un moteur synchrone commandé pas à pas, et de micro-interrupteurs. En variante, on
5 pourra également lui donner une réalisation purement électronique. De leur côté, les relais R_1 , R_2 et R_3 peuvent être des relais électromécaniques, ou bien des amplificateurs de puissance, et les contacts qui
10 sont en parallèle sur les inductances peuvent être réalisés sous forme de contacts mécaniques ou bien de dispositifs à conduction commandée, thyristors ou triacs par exemple.

Lors de la mise en service initiale des lampes, il peut être avantageux de les alimenter tout d'abord
15 sous tension réduite, afin de les laisser s'échauffer progressivement. Dans ce cas, le circuit de commande PCE est agencé pour posséder comme étant initial celui qui correspond à l'ouverture de l'ensemble des contacts soit S_1 à S_3 dans le cas de la Figure 3, soit S_{11} à
20 S_{13} et S_{21} à S_{23} et S_{31} à S_{33} dans le cas de la Figure 5. Après avoir laissé aux lampes le temps de s'échauffer, on peut alors passer directement à pleine puissance en fermant l'ensemble des contacts.

Par ailleurs, pour améliorer le facteur de
25 puissance de l'ensemble de l'installation, il peut être avantageux d'insérer un condensateur en parallèle entre le conducteur de phase et le conducteur de neutre, tel que le condensateur C_s illustré en trait pointillé sur la Figure 3, ou bien les condensateurs
30 C_{s1} à C_{s3} illustrés en trait plein sur la Figure 5, en effectuant bien entendu les modifications nécessaires.

La présente invention n'est pas limitée aux
35 modes de réalisation décrits, et s'étend à toutes variantes conformes à son esprit.

- On remarquera en particulier que différents agencements des contacts sont possibles, dès lors que ceux-ci permettent de mettre en série successivement les différentes inductances L_1 à L_3 . Ainsi, comme
- 5 le montre la Figure 5, on peut prévoir un contact en parallèle sur chaque inductance. Comme le montre la Figure 3, on peut aussi prévoir des contacts qui possèdent un point commun. Dans ce dernier cas, il est avantageux que ce point commun soit du côté
- 10 du conducteur de phase, plutôt que du côté des platines de lampe. Cela étant, toute autre agencement permettant la séquence des mises en services des inductances selon l'invention peut être utilisé de manière équivalente.
- 15 Par ailleurs, les fourchettes données pour les valeurs des différentes inductances, L_1 en particulier, sont approximatives. Elles peuvent varier en fonction de la fréquence du réseau, et, dans certains cas, de la puissance des lampes.

REVENDICATIONS

1. Montage électrique destiné à l'alimentation modulée de lampes d'éclairage à décharge haute pression, telles que des lampes à vapeur de sodium ou de mercure, du type dans lequel chaque platine de lampe comprend une lampe en série sur une inductance-ballast et un condensateur en parallèle sur l'ensemble lampe-ballast, tandis qu'au moins une inductance commutable peut être mise en série sur la lampe, caractérisé par le fait que cette inductance commutable (L_1) est placée sur la ligne d'alimentation en amont du condensateur, et que, pour une fréquence réseau de 50 Hz, ladite inductance commutable (L_1), exprimée Henrys, est de valeur comprise entre environ 2,5 et 6 fois l'inverse de la capacité C exprimée en microFarads, qui se trouve en série sur elle, ce qui évite l'effet d'extinction de l'éclairage à la mise en série de l'inductance lors du fonctionnement à pleine puissance.
2. Montage électrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la lampe étant du type à vapeur de sodium, l'inductance est de préférence comprise entre $3,6/C$ et $4,8/C$ environ.
3. Montage électrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la lampe étant du type au mercure, l'inductance est de préférence comprise entre $3/C$ et $4/C$.
4. Montage électrique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins une autre inductance (L_2) est commutable sélectivement pour être mise en série sur l'alimentation, avec un retard prédéterminé après que la première l'a déjà été.
5. Montage électrique selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'à 15 % près environ, les

valeurs de ces inductances respectent la relation :

$$\frac{L_1}{3} = \frac{L_2}{4}$$

6. Montage électrique selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'il est prévu encore une autre inductance (L_3) commutable pour être mise en série lorsque les deux premières l'ont été, et après un retard prédéterminé avec, à environ 15 % près :

$$\frac{L_1}{3} = \frac{L_2}{4} = \frac{L_3}{6}$$

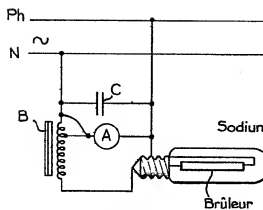
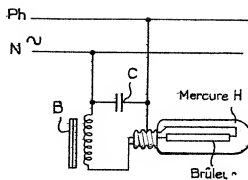
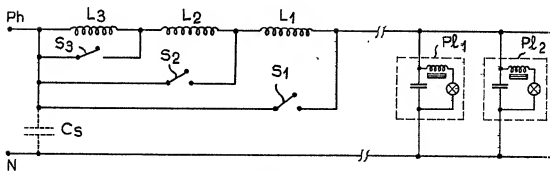
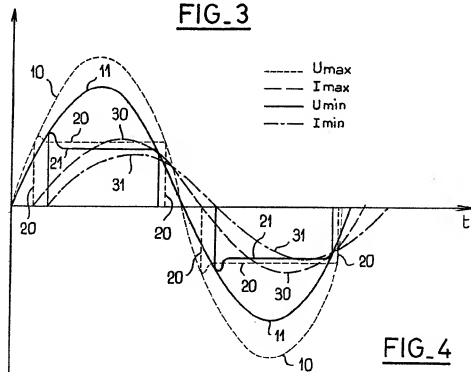
7. Montage électrique selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que la commutation des différentes inductances est assurée par des commutateurs agencés de telle sorte qu'un seul interrupteur puisse court-circuiter l'ensemble des inductances.

8. Montage électrique selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce qu'un circuit de commande est prévu, susceptible de faire mettre en série des différentes inductances dans l'ordre, à des intervalles de temps de l'ordre de deux minutes.

9. Montage électrique selon la revendication 8, caractérisé en ce que le circuit de commande est agencé pour mettre en service les lampes à la puissance minimale, toutes les inductances étant alors en série.

10. Montage électrique selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que le circuit de commande est capable de faire passer directement les lampes de la puissance minimale à la puissance maximale, en court-circuitant d'un seul coup toutes les inductances commutables.

1/2

FIG. 1FIG. 2FIG. 3FIG. 4

2/2

